Journal of Water and Soil
https://jsw.um.ac.ir

Research Article
Vol. 37, No. 4, Sep.-Oct. 2023, p. 561-574

Evaluation of Different Levels of Nitrogen Fertilizer and Cow Compost on the Yield and Nitrate Uptake of *Allium hirtifolium* in FereydunShahr Region

Z. Khanmohammadi[1*], A. Ahmadi[2]

Received: 16-03-2023 Revised: 06-08-2023 Accepted: 09-08-2023 Available Online: 09-08-2023	**How to cite this article:** Khanmohammadi, Z., & Ahmadi, A (2023). Evaluation of different levels of nitrogen fertilizer and cow compost on the yield and nitrate uptake of *Allium hirtifolium* in FereydunShahr region. *Journal of Water and Soil, 37*(4), 561-574. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jsw.2023.81652.1266

Introduction

Iranian shallot, scientifically known as *Allium hirtifolium* Boiss. is a perennial plant of the *Allium* genus and native to Iran. The *Allium* genus has many antioxidant properties due to its being rich in organic compounds of sulfur and phenol. The shallot is used to treat rheumatic and inflammatory pains, soothe superficial wounds, treat some stomach diseases, be antispasmodic, and also as a spice and flavoring in some foods. Considering the health benefits of shallot and its application in the food industry, shallot corms are harvested from the natural resources in different stages of growth. Therefore, it is necessary to preserve the natural habitats of shallot and also supply the market demand for this plant. It appears that the cultivation of shallots within agricultural systems could serve as a significant strategy for meeting the demands of the expanding global market. Furthermore, shallots are known for their low water requirements, making their cultivation a focal point in Isfahan province in recent years. Additionally, this crop stands out as a high-income generator in the region. Despite its economic potential, there has been limited research into optimizing the growth conditions for this valuable plant. Hence, this study aimed to explore the impact of urea and cow compost on the yield of Iranian shallots in the Fereydun Shahr region, focusing on the uptake of nitrogen, phosphorus, potassium, and nitrates.

Materials and Methods

This research was carried out in the crop year of 1400-1401 in a field with an area of 300 square meters (32° 55' 53" N, 49° 56' 43" E) located in Fereydunshahr city of Isfahan province. The experiment was conducted according to a completely randomized design. Factorial arrangement of experimental treatments including two fertilization factors (urea and cow compost) was used. Plots with dimensions of 2 × 3 meters were created with a distance of 50 cm between the rows. The treatments were considered as urea fertilization at four levels (0, 120, 240 and, 360 kg ha^{-1}) and cow compost treatment at three levels (0, 40 and, 60 tons ha^{-1}). After plotting and applying cow compost treatments, shallot corms were planted at a depth of 10 to 15 cm in November 1400. Urea fertilizer treatment was applied in two stages, the first stage when the plant germinated (mid-April) and the second stage before flowering (second half of May). All treatments were applied in 3 replications. It should be noted that the treatments in this research are shown as 0-0 (control), 0-40, 0-60, 120-0, 120-40, 120-60, 240-0, 240-40, 240-60, 360-0, 360-40 and 360-60. The corms were harvested in June 1401 and the fresh and dry yield of the shallots was determined. The amount of nitrogen, phosphorus and, potassium in shallots was measured. Nitrate concentration was also measured in the harvested corms based on the Iranian national standard No. 4106. The nitrogen, phosphorus and, potassium uptake by shallots was obtained from the product of yield and the concentration of these elements. Results were analyzed using analysis of variance (ANOVA) procedure and the

1- Assistant Professor, Department of Soil and Water Research, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Training Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Isfahan, Iran
(*- Corresponding Author Email: Z.khanmohamadi@areeo.ac.ir)
2- Former student, Department of Horticulture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
DOI: 10.22067/jsw.2023.81652.1266

means were compared using the protected least significant difference (LSD) test at $p < 0.05$ probability level using SAS 9.3 software.

Results and Discussion

The results showed that the combined use of chemical fertilizer (urea) and cow compost has a significant effect on the shallot yield increment, as the highest yield was obtained in the combined treatment of urea fertilizer 240 (kg ha^{-1}) and cow compost 40 (ton ha^{-1}) application. Although the highest nitrogen concentration and uptake were observed in the treatment of 360 (kg ha^{-1}) of urea along with 60 (ton ha^{-1}) of cow compost, it was not significantly different from the treatment of 240-40 (the treatment with the highest yield). In general, the concentration of shallots nitrate was much lower than the permissible limit according to the national standard of Iran No. 16596. The highest nitrate concentration (24.63 mg kg^{-1} of fresh weight) was observed in the combined treatment of 120 (kg ha^{-1}) of urea and 60 (ton ha^{-1}) of cow compost application (120-60), which was significantly higher than other treatments. On the other hand, the concentration of shallots nitrate in the 240-40 treatment was significantly lower than the treatments of 360 kg of urea per hectare along with 40 or 60 (ton ha^{-1}) of cow compost.

Conclusion

According to the results, to achieve the best yield, the most suitable level of urea application was 240 kg ha^{-1} and the best level of cow compost was 40 ton ha^{-1}. It seems, utilization more amounts of urea or cow compost will only cause additional costs to the farmer and a waste of capital. Moreover, it can increase environmental pollution and nitrate concentration of product, which cause to quality decrement.

Keywords: Cow compost, Nitrate, Nitrogen fertilization, Shallot, Yield

نشریه آب و خاک
https://jsw.um.ac.ir

مقاله پژوهشی

جلد ۳۷، شماره ۴، مهر-آبان ۱۴۰۲، ص. ۵۷۴-۵۶۱

ارزیابی سطوح مختلف کود نیتروژن و کمپوست گاوی بر عملکرد و جذب نیترات موسیر (*Allium hirtifolium* Boiss.) در منطقه فریدونشهر

زهرا خان محمدی [1]* - ابوالفضل احمدی [2]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۲۵
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۵/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۱۸

چکیده

موسیر ایرانی با نام علمی (*Allium hirtifolium* Boiss.) گیاهی چندساله است که از رویشگاه‌های طبیعی از جمله مراتع برداشت می‌شود. با توجه به کاربردهای متنوع و رو به افزایش این گیاه در صنایع غذایی و دارویی، کشت زراعی آن در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. به‌علاوه نیاز آبی موسیر کم بوده و در عین حال درآمدزایی خوبی برای کشاورزان به دنبال دارد. این پژوهش با هدف بررسی تاثیر مقادیر مختلف کودهای نیتروژن و کمپوست گاوی بر عملکرد موسیر و جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم و نیترات در منطقه فریدون‌شهر استان اصفهان انجام شد. به این منظور تیمار کوددهی اوره در چهار سطح (۰، ۱۲۰، ۲۴۰ و ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار) و تیمار کمپوست گاوی در سه سطح (۰، ۴۰ و ۶۰ تن در هکتار) در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی و با دو عامل کود نیتروژنی و کمپوست گاوی به‌صورت فاکتوریل اعمال شد. تیمارها به شکل ۰-۰ (شاهد)، ۴۰-۰، ۶۰-۰، ۰-۱۲۰، ۴۰-۱۲۰، ۶۰-۱۲۰، ۰-۲۴۰، ۴۰-۲۴۰، ۶۰-۲۴۰، ۰-۳۶۰، ۴۰-۳۶۰ و ۶۰-۳۶۰ در نظر گرفته شدند که با احتساب سه تکرار، در مجموع ۳۶ کرت آزمایشی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد تر و خشک کورم موسیر در تیمار تلفیقی کاربرد ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ۴۰ تن در هکتار کمپوست گاوی به دست آمد. بیشترین جذب نیتروژن در تیمار ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار اوره به همراه ۶۰ تن در هکتار کمپوست گاوی مشاهده شد، اما تفاوت معنی‌داری با تیمار ۴۰-۲۴۰ نداشت. به طور کلی غلظت نیترات در کورم موسیر کمتر از حد مجاز استاندارد ملی ایران بود. بیشترین غلظت نیترات مربوط به تیمار تلفیقی کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ۶۰ تن در هکتار کمپوست گاوی بود. با کاربرد ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره، غلظت نیترات به‌طور معنی‌داری کاهش و با افزایش مقدار کاربرد اوره به ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار و البته کاربرد هم‌زمان کمپوست گاوی، غلظت نیترات کورم موسیر مجدد افزایش یافت. با توجه به نتایج، تیمار تلفیقی ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ۴۰ تن در هکتار کمپوست گاوی به عنوان بهترین تیمار برای حصول بیشترین عملکرد کورم موسیر در منطقه پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: عملکرد، کوددهی نیتروژن، کمپوست گاوی، موسیر، نیترات

۱- استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: Z.khanmohamadi@areeo.ac.ir)
۲- دانشجوی سابق گروه علوم باغبانی، دانشگاه شهرکرد، ایران

DOI: 10.22067/jsw.2023.81652.1266

مقدمه

موسیر ایرانی با نام علمی (*Allium hirtifolium* Boiss.) و نام انگلیسی Iranian shallot یا Mosir یک گیاه چندساله از جنس آلیوم (*Allium*) و بومی ایران است. این گیاه غالبا به صورت خودرو در مناطق سردسیر و نسبتا مرتفع استان‌های مختلف کشور از قبیل آذربایجان غربی، لرستان، همدان، اصفهان، کرمانشاه، چهارمحال بختیاری، کهگیلویه و بویر احمد، فارس، ایلام و کردستان می‌روید که تاکنون ژنوتیپ‌های مختلفی برای آن گزارش شده است (Davazdahemami, 2021). آلیوم از متنوع‌ترین و بزرگترین جنس‌های گیاهان چند ساله در گروه گیاهان تک‌لپه است و بیش از ۹۰۰ گونه دارد که ۱۲۱گونه آن ایرانی است (Fritch and Abbasi, 2013). این گیاهان به دلیل غنی بودن از ترکیبات آلی گوگرد و فنول، خواص آنتی‌اکسیدانی زیادی دارند (Panahandeh *et al*., 2016). کورم موسیر برای درمان دردهای روماتیسمی و التهابی، تسکین زخم‌های سطحی، درمان برخی بیماری های معده، ضد اسپاسم و همچنین به عنوان ادویه و طعم دهنده در برخی غذاها استفاده می‌شود (Jafari-Mofidabadi and Rezaee, 2015). با توجه به خواص درمانی موسیر و نیز کاربرد آن در صنایع غذایی، کورم‌های موسیر در عرصه‌های منابع طبیعی، در مراحل مختلف رشد و معمولا به صورت رقابتی توسط بهره‌برداران و روستائیان برداشت می‌شود. این امر باعث شده که عملکرد محصول و امکان بقای گیاه در محیط طبیعی غیر قابل پیش‌بینی باشد. در پژوهشی در ارومیه، از مرتعی به وسعت حدود ۳۷ هکتار، حدود ۶۵۱ کیلوگرم موسیر برداشت شد که در آن تمامی سطح تیپ‌های موسیر ایرانی قابل مشاهده بوده است. این گزارش نشان‌دهنده پایین بودن عملکرد محصول موسیر در مراتع است. البته وضعیت تولیدموسیر در دیمزارها اندکی مناسب‌تر است و به طور متوسط عملکرد آن حدود ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (Davazdahemami, 2021). متأسفانه به دلیل بهره‌برداری‌های بی رویه و برداشت نادرست در بسیاری از مراتع، تراکم گیاه موسیر در واحد سطح به شدت کاهش یافته است و جزء گونه‌های در خطر انقراض قرار دارد (Farhadi and Alizadeh Salte, 2017). به منظور حفظ زیستگاه‌های طبیعی و نیز تامین نیاز بازار به این گیاه، به نظر می‌رسد تولید موسیر در سیستم‌های زراعی می‌تواند به عنوان یک استراتژی مهم در تأمین بازار رو به گسترش جهانی عمل کند. بررسی منابع نشان می‌دهد که پژوهش‌های چندانی درباره بهینه‌سازی شرایط رشد این گونه ارزشمند صنعتی انجام نشده است (Askari-Khorasgani and Pessarakli, 2019). امیرخانی و همکاران (Amirkhani *et al*., 2022) در پژوهشی اثر کاربرد تیمارهای شیمیایی، آلی و زیستی بر عملکرد و صفات بیوشیمیایی موسیر ایرانی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که بیشترین میزان اندازه کورم، وزن کورم، مقدار نیتروژن، پتاسیم، پروتئین، فنل و آنتی‌اکسیدان به ترتیب در تیمارهای ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی تلقیح شده با کود زیستی به دست آمد. به‌علاوه بیشترین مقدار فسفر و فلاونوئید در تیمار ورمی کمپوست تلقیح شده با کود زیستی به دست آمد. کمترین میزان اندازه و وزن کورم، مقدار فسفر، پتاسیم، فنل، فلاونوئید و پروتئین کل مربوط به تیمار شاهد بود که نشان‌دهنده پاسخ گیاه به کوددهی می‌باشد. در پژوهش دیگری تأثیر وزن اولیه کورم بذری (در چهار گروه وزنی ۲۵-۱۵، ۳۵-۲۵، ۴۵-۳۵، ۵۵-۴۵ گرم) و کود دامی (در سه سطح ۰، ۴۰ و ۶۰ تن در هکتار) بر زادآوری و عملکرد موسیر (*Allium altissimum* Regel.) در شرایط آب و هوایی شهرستان شیروان مطالعه شد (Arefkhani *et al*., 2016). نتایج این پژوهش نشان داد که بیشترین وزن کورم خواهری تک‌بوته مربوط به کورم‌های کشت شده در محدوده (۵۵-۴۵ گرم) و مصرف کود دامی به میزان (۶۰ تن در هکتار)، به ترتیب به میزان ۱۲/۸۱ و ۸/۵۱ گرم بود. همچنین بیشترین عملکرد خشک کورم در تیمار کورم‌های کشت شده در محدوده (۵۵-۴۵ گرم) و مصرف کود دامی به میزان (۴۰ تن در هکتار) به ترتیب ۳۸۶/۲ و ۸۸/۹۴ گرم در مترمربع به دست آمد. خیرخواه و همکاران (Kheirkhah *et al*., 2017) تاثیر سطوح مختلف کود سوپر فسفات (۰، ۱۵۰، ۲۵۰ و ۳۵۰ کیلوگرم) و تراکم کاشت (۳۰ و ۴۰ بوته در متر مربع) را بر عملکرد و اجزای عملکرد موسیر بررسی نمودند. بر اساس نتایج، کاربرد سوپر فسفات باعث افزایش معنی‌دار عملکرد تر و خشک پیاز، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و ارتفاع گیاه در مقایسه با تیمار شاهد شد. در مقابل، افزایش تراکم بوته بطور معنی‌داری ویژگی‌های مورد بررسی را کاهش داد. عارفی و همکاران (Arefi *et al*., 2012) در پژوهشی گلدانی اثر سطوح مختلف نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر عملکرد، فتوسنتز و مقدار کلروفیل موسیر را مطالعه نمودند. نتایج این پژوهش حاکی از این مطلب بود که افزایش نیتروژن تأثیر معنی‌داری در افزایش عملکرد خشک و تر پیاز و میزان نسبی کلروفیل داشت. بر اساس یافته‌های این پژوهش، کاربرد نیتروژن و فسفر تأثیر معنی‌داری بر افزایش فتوسنتز برگ گیاه داشت، ولی پتاسیم تأثیر معنی‌داری بر صفات مورد مطالعه نداشت که احتمالا به دلیل پتاسیم کافی محیط رشد بوده است. در پژوهش دیگری با استفاده از روش بهینه‌سازی مرکب مرکزی، اثر مدیریت کوددهی نیتروژن (۱۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار)، آبیاری (۱۵۰۰ و ۳۵۰۰ متر مکعب) و تراکم کاشت (۱۰ و ۱۸ بوته در متر مربع) بر موسیر ایرانی (*Allium hirtifolium*) مورد بررسی قرار گرفت (Mansouri *et al*., 2015). بر اساس نتایج این پژوهش در سناریو اقتصادی، مقدار بهینه کود نیتروژن، آبیاری و تراکم به ترتیب برابر با ۲۶۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار، ۲۲۲۷ متر مکعب آب در هکتار و ۱۶/۷ بوته در متر مربع برآورد شد. پژوهش دیگری نیز به بررسی تأثیر رژیم آبیاری و عمق کاشت بر عملکرد و اجزاء عملکرد

موسیر در شرایط آب و هوایی مشهد پرداخت (Sharif Rohani *et al*., 2014). کافی و همکاران (Kafi *et al*., 2012) نیز اثر زمان کشت و تراکم بوته بر عملکرد و صفات مرفوفیزیولوژیکی گیاه موسیر (*Allium altissimum* Regel.) در شرایط آب و هوایی مشهد را بررسی نمودند. نتایج این پژوهش نشان داد که به طور کلی در شرایط آب و هوایی مشهد کاشت موسیر در ۲۵ مهر ماه با تراکم ۱۸ بوته در متر مربع برای تولید کورم و تراکم ۱۴ بوته در متر مربع برای تولید بذر عملکرد مطلوبی خواهد داشت.

با توجه به کمبود بارندگی‌ها و کاهش منابع آبی و همچنین نیاز آبی کم موسیر، در سال‌های اخیر کشت موسیر در استان اصفهان مورد توجه قرار گرفته است، به‌طوریکه در سال ۱۴۰۰ مجموع سطح زیر کشت آبی و دیم آن در استان ۷۰۴ هکتار با تولید ۱۰۰۱۵ تن بوده است، که از این سطح ۵۸۱ هکتار آن کشت آبی با تولید ۸۸۱۵ تن در هکتار می باشد (Anonymous, 2022). این گیاه از محصولات درآمدزا در منطقه به شمار می‌آید و حتی قابلیت صادرات و مصرف در اروپا و کشورهای حوزه خلیج فارس را دارد. در همین راستا نیاز است تا بهره‌وری هر یک از عوامل موثر در تولید این گیاه مورد بررسی قرار گیرد. یکی از مهمترین عوامل تولید، خاک مناسب و تعادل صحیح بین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه است. برای برداشت بهترین محصول موسیر، کمبود هر یک از عناصر غذایی موجب کاهش محصول می‌شود. از سوی دیگر مقدار هر یک از این عناصر باید متناسب با نیازهای گیاه باشد تا ضمن حفظ کیفیت و سلامت محصول، از هدررفت کود و سرمایه جلوگیری شود. نیتروژن یکی از عناصر ضروری پرمصرف برای گیاهان است که به دلیل شرکت در ساختار بسیاری از مولکول‌های بزرگ مانند پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه و اسیدهای نوکلئیک اثر قابل توجهی بر عملکرد گیاه دارد (Zhao *et al*., 2006). دامنه نیتروژن جذب شده توسط گیاهان پیازدار بسته به رقم، اقلیم، تراکم گیاه و سطح کود و عملکرد بین ۴۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار قرار دارد (Pier *et al*., 2001). از آنجا که این گیاه غالبا در عرصه‌های منابع طبیعی رشد می‌کند و توسط بهره برداران مورد استفاده قرار می‌گیرد، نیاز است که به منظور حفظ منابع طبیعی و افزایش بهره‌برداری از گیاه موسیر، کشت آن به صورت اقتصادی بومی‌سازی شود. هرچند هم‌اکنون کشت آن با کوددهی بر اساس تجربه کشاورز در حال انجام است. از طرف دیگر با توجه به این که این گیاه نسبت به کوددهی پاسخ نشان می‌دهد، می‌توان سطح بهینه ای برای مصرف کود آن به دست آورد. بنابراین با توجه به مطالب بیان شده، از آنجا که مطالعات مدونی درباره اثر کودهای نیتروژنی و کمپوست گاوی گیاه ارزشمند موسیر در کشور انجام نشده است، بنابراین پژوهش حاضر با هدف ارزیابی تاثیر مقادیر مختلف کودهای نیتروژن و کمپوست گاوی بر عملکرد موسیر و جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم و نیترات در منطقه فریدون‌شهر استان اصفهان انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در زمینی به مساحت ۳۰۰ متر مربع و با طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵۶ دقیقه و ۴۳ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۵ دقیقه و ۵۳ ثانیه شمالی واقع در شهرستان فریدون‌شهر استان اصفهان به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کرت‌های کامل تصادفی با دو فاکتور کوددهی اوره و کمپوست گاوی به اجرا درآمد. به این منظور کرت‌هایی با ابعاد ۲ در ۳ متر با چهار خط کشت و فاصله بین ردیف ۵۰ و فاصله بین کرت‌های آزمایشی ۵۰ سانتی‌متر ایجاد شد. تیمارهای مورد نظر به صورت تیمار کوددهی اوره در چهار سطح (۰، ۱۲۰، ۲۴۰ و ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار) و تیمار کمپوست گاوی در سه سطح (۰، ۴۰ و ۶۰ تن در هکتار) در نظر گرفته شد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از کشت در جدول ۱ و ویژگی‌های شیمیایی کمپوست استفاده شده در جدول ۲ بیان شده است. به منظور تهیه کمپوست گاوی، هر تن کود گاوی با ۲۰۰ کیلوگرم کاه و کلش خرد شده گندم اراضی منطقه، ۵ کیلوگرم اوره، ۳۰ کیلوگرم گوگرد معدنی و ۲۰ کیلوگرم زئولیت مخلوط و عملیات پوساندن کود طی دو ماه با اعمال رطوبت، همزدن و پوشاندن آن در زمان‌های مورد نیاز انجام گرفت. پس از کرت‌بندی و اعمال تیمارهای کمپوست گاوی، کورم‌های موسیر با وزن متوسط ۵±۲۵ گرم به صورت جوی و پشته و بر روی یک خط با فواصل ۱۰ سانتی‌متر و در عمق ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر در آبان سال ۱۴۰۰ کشت شد. طبق محاسبات انجام شده، در هر کرت حدود ۳ کیلوگرم کورم موسیر (معادل ۵ تن در هکتار) کشت شد که در شکل ۱ به صورت خط افقی نشان داده شده است. تیمار کود اوره نصف شد و در دو نوبت استفاده شد. نیمی از کود اوره در نوبت اول زمانی که گیاه جوانه زده (اواسط فروردین) و نیم دیگر در نوبت دوم قبل از گلدهی (نیمه دوم اردیبهشت) اعمال شد. تیمارها در ۳ تکرار و در مجموع ۳۶ کرت مورد بررسی قرار گرفت. لازم به ذکر است که تیمارها در این پژوهش به صورت ۰-۰ (شاهد)، ۴۰-۰، ۶۰-۰، ۰-۱۲۰، ۴۰-۱۲۰، ۶۰-۱۲۰، ۰-۲۴۰، ۴۰-۲۴۰، ۶۰-۲۴۰، ۰-۳۶۰، ۴۰-۳۶۰ و ۶۰-۳۶۰ نشان داده شده‌اند. کورم‌ها در خرداد ۱۴۰۱ برداشت و عملکرد تر و خشک پیاز گیاه تعیین شد. به منظور تعیین عملکرد خشک کورم‌ها، کورم‌های هر تیمار به صورت جداگانه در آون در دمای ۷۵ درجه به مدت ۷۲ ساعت قرار داده شد و سپس عملکرد وزن خشک محاسبه گردید.

جدول ۱- ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک قبل از کشت

Table 1- Chemical and physical properties of soil before culture

بافت Texture	سیلت Silt	شن Sand	رس Clay	پتاسیم Potassium (K)	فسفر Phosphorus (P)	نیتروژن Nitrogen (N)	کربنات کلسیم معادل Calcium carbonate equivalent ($CaCO_3$)	کربن آلی Organic carbon (OC)	هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع Electrical conductivity of saturated paste extract (EC_e)	پ-هاش گل اشباع pH of saturated paste
-		%			mg kg^{-1}		%		dS m^{-1}	-
لوم	49	30	21	325	15.9	0.132	5.5	1.44	0.9	7.37

(Properties ویژگی‌ها)

جدول ۲- ویژگی‌های کمپوست گاوی استفاده شده در پژوهش

Table 2- Properties of cow compost used in the study

نسبت کربن به نیتروژن Nitrogen to carbon ratio (C/N)	پتاسیم Potassium (K)	فسفر Phosphorus (P)	نیتروژن کل Nitrogen (N)	کربن آلی Organic carbon (OC)	هدایت الکتریکی (۱:۱۰) Electrical conductivity ($EC_{1:10}$)	پ-هاش (۱:۱۰) $pH_{1:10}$
-			%		dS m^{-1}	-
17.9	1.75	0.89	1.92	34.5	14.3	7.4

(**Properties ویژگی‌ها**)

سپس نمونه‌برداری از کورم‌های هر کرت انجام و مقدار عناصر نیتروژن (روش کجلدال)، فسفر (روش رنگ‌سنجی مولیبدات- وانادات و قرائت در طول موج ۴۷۰ نانومتر) و پتاسیم (روش نشر شعله با دستگاه فلیم فتومتر) اندازه‌گیری شد (Khanmohammadi *et al.*, 2010). غلظت آنیون نیترات نیز بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۴۱۰۶ در کورم‌های برداشت‌شده اندازه‌گیری شد (Anonymous, 2021). این روش برای اندازه‌گیری نیتریت و نیترات در میوه‌ها، سبزی‌ها و فرآورده های آن‌ها استفاده می‌شود. در این روش ابتدا نیترات با آب داغ استخراج شده، سپس پروتئین‌ها با افزودن محلول‌های پتاسیم هگزا سیانوفرات (II) و استات روی رسوب داده می‌شود. پس از صاف کردن محلول به دست آمده، احیای نیترات به نیتریت توسط کادمیوم فلزی انجام و با افزودن سولفانیل آمید کلراید و ان-(۱ نفتیل) اتیلن دی آمید دی هیدرو کلراید به محلول، شدت کمپلکس قرمز رنگ تشکیل شده توسط نیتریت، در طول موج ۵۳۸ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری می‌شود. جذب عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم به وسیله کورم موسیر از حاصل‌ضرب عملکرد تر در غلظت این عناصر به دست آمد. همچنین پس از برداشت گیاه، نمونه‌برداری از خاک کرت‌های آزمایشی به صورت جداگانه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری صورت گرفت. خاک‌ها هوا خشک و پس از عبور از الک ۲ میلی‌متری، مقادیر نیتروژن کل به روش کجلدال و فسفر قابل دسترس خاک به روش اولسن تعیین شدند (Knudsen *et al.*, 1982). پتاسیم قابل دسترس خاک با استفاده از استات آمونیوم عصاره‌گیری شده و با فلیم فتومتر اندازه‌گیری شد (Olsen and Sommers, 1982). در پایان داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS 9.3 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمار کود شیمیایی (اوره)، کمپوست گاوی و برهم‌کنش آن‌ها بر عملکرد تر و خشک کورم موسیر، غلظت و جذب عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و غلظت نیترات در کورم گیاه موسیر در سطح آماری یک درصد ($p \leq$۰/۰۱) معنی‌دار بود (جدول ۳). در ادامه به بررسی اثرات متقابل کود اوره و کمپوست گاوی بر ویژگی‌های مورد مطالعه پرداخته شده است.

عملکرد تر و خشک کورم

به طور کلی کاربرد کمپوست گاوی و اوره به جز سطح (۰- ۱۲۰) باعث افزایش معنی‌دار عملکرد تر کورم موسیر نسبت به تیمار شاهد (۰-۰) شد. بیشترین عملکرد تر کورم موسیر در تیمار کاربرد ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ۴۰ تن در هکتار کمپوست گاوی مشاهده شد (شکل ۱). پس از تیمار ۴۰-۲۴۰ بیشترین عملکرد تر مربوط به تیمار ۶۰- ۲۴۰ بود، هرچند تفاوت معنی‌داری با بیشترین عملکرد نداشت. همچنین تفاوت معنی‌داری بین عملکرد تر تیمارهای کاربرد ۳۶۰ کیلوگرم اوره در هکتار به همراه ۴۰ و ۶۰ تن کمپوست گاوی با تیمارهای ۴۰-۱۲۰ و ۶۰-۱۲۰ مشاهده نشد (شکل ۱). حداقل افزایش وزن کورم‌های برداشت شده نسبت به کورم‌های کشت شده ۲/۶۵ برابر بود که در تیمار شاهد مشاهده شد.

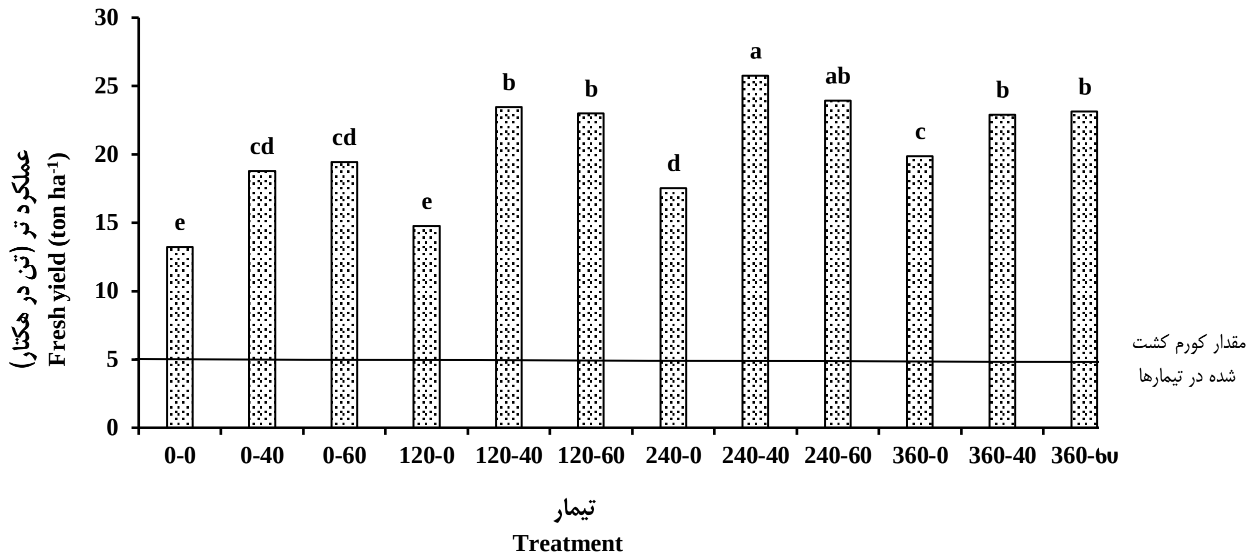
جدول ۳- تجزیه واریانس (ANOVA) اثر کود اوره ،کمپوست گاوی و اثرات متقابل آن‌ها بر عملکرد تر و خشک، غلظت و جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم، غلظت نیترات و میانگین قطر کورم موسیر

Table 3- ANOVA (mean squares) for the effects of urea fertilizer, cow compost and their mutual effects on fresh and dry yield, nitrogen, phosphorus, potassium concentration and uptake, nitrate concentration and mean diameter of shallot

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی Df	میانگین مربعات Mean square									
				غلظت Concentration				جذب Uptake			
		عملکرد تر Fresh yield	عملکرد خشک Dry yield	نیتروژن Nitrogen (N)	فسفر Phosphorus (P)	پتاسیم Potassium (K)	نیترات Nitrate (NO3⁻)	نیتروژن Nitrogen (N)	فسفر Phosphorus (P)	پتاسیم Potassium (K)	میانگین قطر کورم Mean diameter of shallot
Treatment تیمار	11	45.36***	3.41***	0.11**	0.005**	0.73***	139.88***	24554***	1251***	54375***	21.52ns
Urea اوره	3	51.15***	3.32***	0.28***	0.00^{2ns}	0.35***	193.92***	42357***	1183***	50636***	12.18ns
کمپوست گاوی Cow compost	2	154.3***	11.28***	0.11**	0.009**	0.72***	359.32***	66151***	3881***	110503***	56.61ns
اوره × کمپوست گاوی Urea × Cow compost	6	6.15***	0.83**	0.026ns	0.005*	0.93***	39.71***	1785 ns	407**	37536***	14.48ns
Error خطا	24	0.56	0.13	0.02	0.002	0.03	0.905	1593	99.07	1174	24.97

*** نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح آماری ۰/۰۰۱، ** نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح آماری ۰/۰۱ و * نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح آماری ۰/۰۵ است. ns نشان‌دهنده عدم تأثیر معنی‌دار می‌باشد.

***, **, * and. ns indicate significant at *p≤0.001, p≤0.01, p≤0.05* and no significant effect respectively.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل مقادیر مختلف اوره و کمپوست گاوی بر مقدار عملکرد تر (تن در هکتار) در تیمارهای مورد مطالعه

Figure 1- Comparison of the mean interaction effect of different amounts of urea and cow compost on the amount of fresh yield (ton ha^{-1}) in the studied treatments

بررسی نتایج نشان داد که در تیمار تلفیقی ۲۴۰ کیلوگرم کود اوره و ۴۰ تن در هکتار کمپوست گاوی، وزن کورم‌های برداشت شده نسبت به کورم‌های کشت شده، ۵/۱۵ برابر افزایش یافت. پس از آن، تیمارهای ۶۰-۲۴۰، ۴۰-۱۲۰، ۶۰-۳۶۰، ۶۰-۱۲۰ و ۴۰-۳۶۰ به ترتیب با افزایش ۴/۷۹، ۴/۷، ۴/۶۳، ۴/۶ و ۴/۵۸ برابری وزن کورم‌های برداشت شده نسبت به کورم‌های کشت شده قرار داشتند (شکل ۱). تصویر کورم‌های کشت شده و نیز کورم‌های برداشت شده در شکل ۲ قابل مشاهده است.

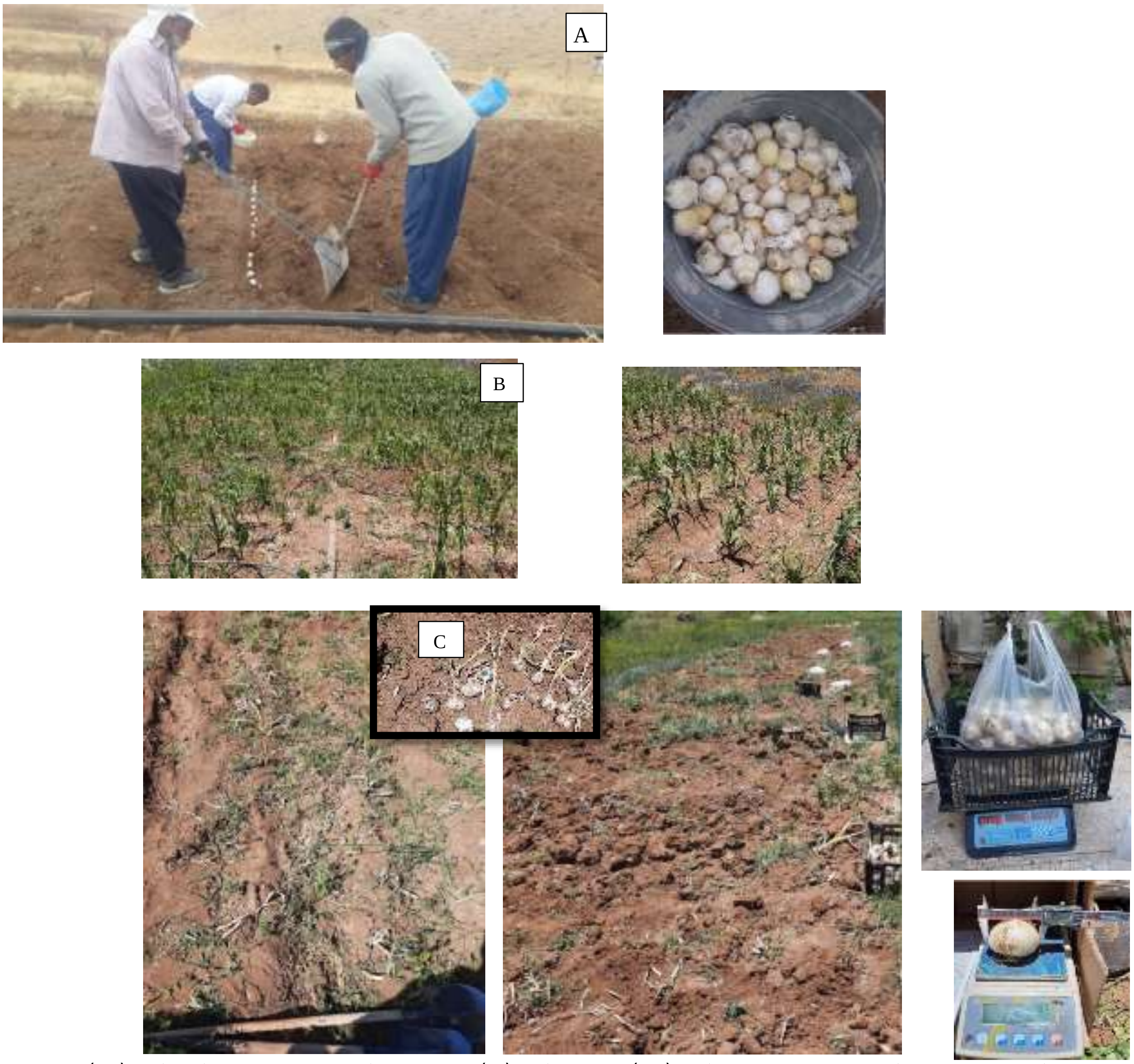
بر اساس پژوهش‌ها کاربرد هم‌زمان کود شیمیایی و کود آلی سبب آزادسازی تدریجی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در هر مرحله رشدی می شود. در این شرایط راندمان جذب بسیاری از عناصر غذایی و زمان قابل دسترس بودن آن‌ها افزایش یافته و شرایط بهتری برای رشد و نمو بیشتر گیاه فراهم می‌گردد (Aalipour *et al*., 2020). منصور بهمنی و همکاران (Mansor Bahmani *et al*., 2014) در پژوهشی اثر میزان کود اوره (در هفت سطح ۰، ۹۰، ۱۸۰، ۲۷۰، ۳۶۰، ۴۵۰ و ۵۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) بر عملکرد اندام زیرزمینی (سوخ) پیاز در تولید خارج از فصل در دشت جیرفت را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش مصرف نیتروژن تا سطح ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد اندام زیرزمینی (سوخ) پیاز افزایش می‌یابد و پس از آن افزایش مقدار نیتروژن، عملکرد را کاهش داد؛ هرچند تفاوت آماری معنی‌داری بین تیمار ۲۷۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن مشاهده نکردند. کمپوست گاوی نیز یک منبع بیولوژیکی ارزشمند است که قادر به افزایش قدرت نگه‌داری آب توسط خاک، افزایش تنوع میکروبی خاک، بهبود ساختمان فیزیکی خاک و جلوگیری از فرسایش خاک بوده و با تأمین بخشی از مواد غذایی مورد نیاز گیاه، رشد و عملکرد گیاه را بهبود بخشیده و کیفیت و سلامت محصول را افزایش می‌دهد (Siedt *et al*., 2021; Bertola *et al*., 2021).

بررسی نتایج مربوط به عملکرد خشک نیز نشان داد که بیشترین عملکرد خشک کورم موسیر در تیمار ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ۴۰ تن در هکتار کمپوست گاوی مشاهده شد که افزایش معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد و سایر تیمارها (به جز تیمار ۴۰-۱۲۰) داشت (شکل ۳). مقایسه نتایج عملکرد خشک بین تیمارهای کاربرد ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار اوره و مقادیر ۴۰ و ۶۰ تن در هکتار کمپوست گاوی روندی مشابه عملکرد تر نشان داد (شکل ۳).

غلظت و جذب نیتروژن

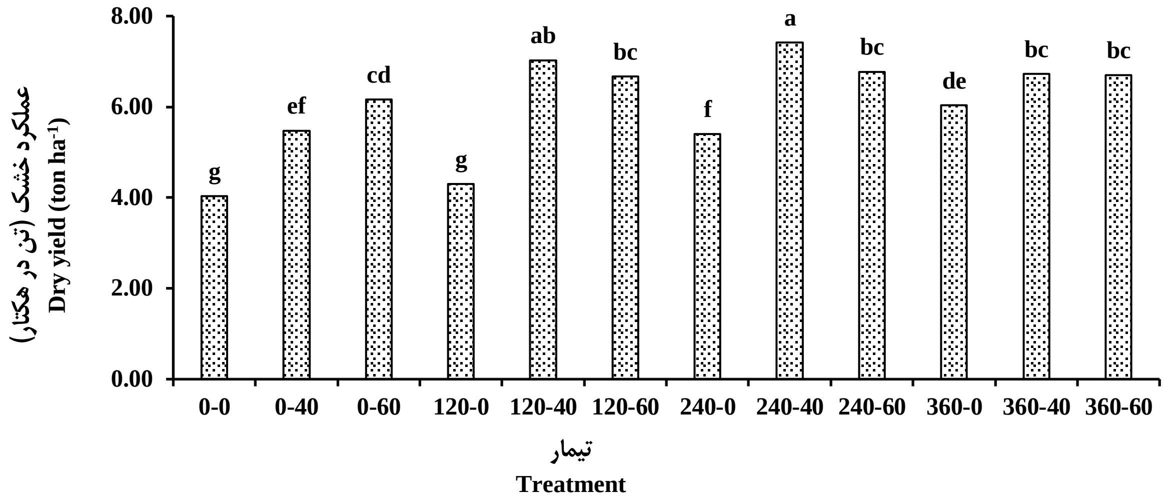
بیشترین غلظت نیتروژن به مقدار ۲ درصد و بیشترین جذب نیتروژن به مقدار ۴۶۲ کیلوگرم در هکتار در تیمار ۴۰-۳۶۰ مشاهده شد و تفاوت معنی‌داری با تیمارهای ۶۰-۳۶۰، ۰-۳۶۰، ۶۰-۲۴۰، ۴۰-۲۴۰ و ۶۰-۱۲۰ نداشت. از طرف دیگر تفاوت معنی‌داری بین تیمار ۴۰-۳۶۰ و تیمارهای شاهد، ۴۰-۰، ۶۰-۰، ۰-۱۲۰، ۴۰-۱۲۰ و ۰-۲۴۰ مشاهده شد (جدول ۴). همچنین غلظت و جذب نیتروژن تفاوت معنی‌داری بین تیمار ۴۰-۳۶۰ و ۴۰-۲۴۰ (تیمار با بیشترین عملکرد تر و خشک) نداشت. یکی از دلایل افزایش نیتروژن کورم‌های موسیر، این است که مقدار زیادی از نیتروژن در طول فصل رشد و در مرحله انتقال مجدد وارد کورم آن می‌شود (Arefi *et al*., 2012). نتایج پژوهش ارشادی و همکاران (Ershadi *et al*., 2010) بیانگر افزایش غلظت نیتروژن در کورم گیاه سیر با افزایش مقدار کاربرد کود حاوی نیتروژن تا مقدار ۳۰۰

کیلوگرم در هکتار است. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که کاربرد کودهای دامی، فعالیت میکروبی خاک را تسریع نموده و سبب افزایش کارآیی جذب عناصر غذایی نظیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم می‌شود (Shrestha *et al.*, 2020). نتایج پژوهش دیگری نشان داد که با افزایش مقدار کاربرد کود نیتروژن (اوره)، مقدار کلروفیل و در پی آن مقدار فتوسنتز گیاه و عملکرد موسیر به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد (Arefi *et al.*, 2012). نیتروژن بخش مهمی از آمینواسیدها اسید نوکلئیک ، فلاوین‌ها، پورفیرین‌ها، آنزیم‌ها، کوآنزیم‌ها و آلکالوئیدها را تشکیل می دهد و در ساخت کلروفیل، دریافت، ذخیره و انتقال انرژی از خورشید (فتوسنتز) و در نهایت بر عملکرد گیاه نقش دارد.



شکل ۲- مرحله کاشت و کورم‌های کشت شده (الف)، مرحله داشت (ب) و مرحله برداشت و کورم‌های برداشت شده (س)

Figure 2- Planting stage and planted corms (A) growthing stage (B) and harvesting stage harvested corms (C)



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل مقادیر مختلف اوره و کمپوست گاوی بر مقدار عملکرد خشک (تن در هکتار) در تیمارهای مورد مطالعه

Figure 3- Comparison of the mean interaction effect of different amounts of urea and cow compost on the amount of dry yield (ton ha^{-1}) in the studied treatments

غلظت و جذب فسفر

غلظت فسفر کورم موسیر در تیمار شاهد و ۰-۱۲۰ کمتر از سایر تیمارها بود. بیشترین غلظت فسفر کورم موسیر در تیمار ۱۲۰ کیلوگرم اوره و ۶۰ تن در هکتار کمپوست گاوی مشاهده شد، هرچند تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارهای کودی نداشت. تنها تفاوت معنی‌دار غلظت فسفر در کورم موسیر بین تیمار شاهد و ۰-۱۲۰ با تیمار ۶۰-۱۲۰ به دست آمد. بیشترین جذب فسفر در کورم موسیر در تیمار ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ۴۰ تن در هکتار کمپوست گاوی (۴۰-۲۴۰) مشاهده شد که با سایر تیمارها به جز ۶۰-۱۲۰، ۶۰-۲۴۰ و ۴۰-۳۶۰ تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۴). پس از نیتروژن، فسفر مهمترین عنصر غذایی مورد نیاز گیاه است که برای ساختن بسیاری از ترکیبات آلی مانند اسیدهای نوکلئیک، فسفولیپیدها، فسفوپروتئین‌ها و کوآنزیم‌ها ضروری است. گیاهان همچنین برای جذب و انتقال انرژی شیمیایی و سوخت و ساز نیازمند فسفر هستند. این عنصر به‌ویژه در گیاهان دارای کورم، در افزایش اندازه کورم و عملکرد، نقش مهمی دارد (Arefi *et al.*, 2012).

غلظت و جذب پتاسیم

غلظت و جذب پتاسیم کورم موسیر در تیمار ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ۴۰ تن در هکتار کمپوست گاوی به طو معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود. پس از تیمار ۴۰-۳۶۰ بیشترین غلظت پتاسیم به ترتیب در تیمارهای ۰-۲۴۰ و ۴۰-۲۴۰ مشاهده شد (جدول ۴).

غلظت نیترات

بررسی غلظت نیترات در کورم موسیر نشان داد که به طور کلی غلظت نیترات در موسیر بسیار کمتر از حد مجاز (۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) اعلام شده بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۵۹۶ است (Anonymous, 2021). بیشترین غلظت نیترات به مقدار ۲۴/۶۳ میلی گرم در کیلوگرم وزن تازه، در تیمار کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ۶۰ تن در هکتار کمپوست گاوی (۶۰-۱۲۰) مشاهده شد که به طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود (جدول ۴). پس از تیمار ۶۰-۱۲۰، بیشترین مقادیر نیترات به ترتیب در تیمارهای ۶۰-۳۶۰، ۴۰-۳۶۰ و ۴۰-۱۲۰ مشاهده گردید. به عبارت دیگر غلظت نیترات در تیمارهای حاوی ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در مقایسه با تیمار ۶۰-۱۲۰ به طور معنی‌داری کمتر بود و با افزایش مقدار کاربرد اوره به ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار و البته کاربرد هم زمان کمپوست گاوی، غلظت نیترات کورم موسیر مجدد افزایش یافت. این روند افزایش، کاهش و سپس افزایش دوباره غلظت نیترات با افزایش مقدار کاربرد اوره در پژوهش‌های انجام شده در سایر گیاهان نیز گزارش شده است (Yang *et al.*, 2015; Mansor Bahmani *et al.*, 2014). بر اساس پژوهش‌ها در مواردی که مقدار مصرف کود حاوی نیتروژن زیاد باشد معمولا نیترات جذب شده توسط ریشه‌ها احیا نشده، به برگ‌ها فرستاده شده و در آن جا تجمع می‌یابد. هر چند در این پژوهش نیترات در برگ های موسیر اندازه گیری نشد ولی با توجه به نتایج سایر پژوهش‌ها (Mansor Bahmani *et al.*, 2014; Tucker *et al.*, 2004) به نظر می رسد که در چنین شرایطی کاهش مقدار نیترات در کورم موسیر با افزایش مقدار کاربرد اوره قابل توجیه باشد.

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل مقادیر مختلف اوره و کمپوست گاوی بر غلظت و جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم، غلظت نیترات و میانگین قطر کورم موسیر

Table 4- Mean' comparison of on fresh and dry yield, nitrogen, phosphorus, potassium concentration and uptake, nitrate concentration and mean diameter of shallot

تیمار Treatment	نیتروژن Nitrogen (N)	فسفر Phosphorus (P)	پتاسیم Potassium (K)	نیترات Nitrate (NO_3^-)	نیتروژن Nitrogen (N)	فسفر Phosphorus (P)	پتاسیم Potassium (K)	میانگین قطر کورم Mean diameter of shallot
	غلظت Concentration				جذب Uptake			
	درصد Percent			میلی‌گرم در کیلوگرم mg kg^{-1}	کیلوگرم در هکتار kg ha^{-1}			میلی‌متر mm
0-0	1.39^{c}	0.32^{b}	1.52^{c}	1.38^{h}	184.1^{g}	42.2^{f}	201.2^{f}	53.10^{b}
0-40	1.40^{c}	0.39^{ab}	1.50^{c}	10.39^{e}	263.0^{ef}	73.3^{de}	280.6^{de}	54.00^{ab}
0-60	1.41^{bc}	0.42^{ab}	1.64^{bc}	5.64^{g}	273.4^{ef}	82.2^{cde}	319.0^{cd}	56.5^{ab}
120-0	1.40^{bc}	0.32^{b}	1.51^{c}	8.50^{f}	207.1^{fg}	47.2^{f}	223.1^{ef}	53.17^{b}
120-40	1.50^{bc}	0.34^{ab}	1.50^{c}	16.23^{c}	351.3^{cd}	80.8^{cde}	351.0^{c}	59.26^{ab}
120-60	1.60^{abc}	0.46^{a}	1.51^{c}	24.63^{a}	368.8^{bcd}	105.8^{ab}	346.5^{c}	55.38^{ab}
240-0	1.41^{bc}	0.40^{ab}	2.05^{b}	6.30^{g}	247.7^{fg}	70.2^{e}	359.3^{c}	54.84^{ab}
240-40	1.63^{abc}	0.41^{ab}	1.75^{bc}	14.40^{d}	419.3^{ab}	106.6^{a}	449.5^{b}	57.94^{ab}
240-60	1.63^{abc}	0.40^{ab}	1.50^{c}	10.79^{e}	390.4^{bc}	96.4^{abc}	358.0^{c}	45.26^{ab}
360-0	1.63^{abc}	0.41^{ab}	1.27^{c}	5.44^{g}	322.7^{de}	81.5^{cde}	251.0^{ef}	55.16^{ab}
360-40	2.01^{a}	0.41^{ab}	3.13^{a}	17.31^{c}	462.1^{a}	94.2^{abc}	717.3^{a}	62.27^{a}
360-60	1.81^{ab}	0.39^{ab}	1.40^{c}	19.57^{b}	421.1^{ab}	89.8^{bcd}	325.5^{cd}	54.58^{ab}

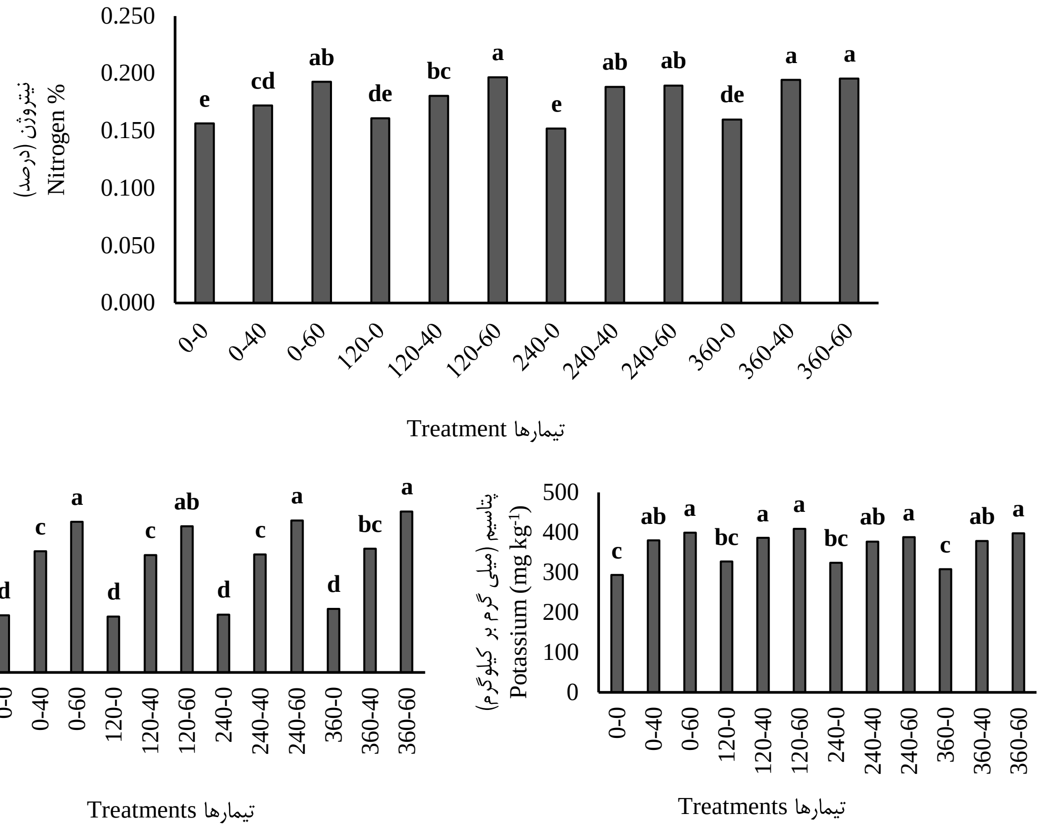
از سوی دیگر افزایش مجدد غلظت نیترات با افزایش سطح کاربرد اوره به ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار می‌تواند به این دلیل باشد که ظرفیت احیا نیترات توسط برگ‌ها نیز محدود است. در زمانی که مقدار کاربرد کودهای نیتروژن بیش از نیاز گیاه باشد، برگ‌ها توانایی احیا نیترات اضافه را ندارند و نیترات به سمت کورم گیاه یعنی محل مصرف حرکت کرده و در آن‌جا تجمع می‌یابد. به عبارت دیگر احتمالا حرکت نیترات از ریشه به برگ و از برگ به کورم یا اندام زیرزمینی، دلیل افزایش مجدد نیترات پس از یک روند کاهشی با افزایش مقدار کاربرد کودهای نیتروژن‌دار است (Mansor Bahmani *et al*., 2014; Tucker *et al*., 2004).

میانگین قطر کورم

بیشترین میانگین قطر کورم موسیر در تیمار کاربرد ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ۴۰ تن در هکتار کمپوست گاوی (۶۲/۲۷ میلی‌متر) مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد (۵۳/۱ میلی‌متر) و ۰-۱۲۰ داشت. مقایسه میانگین قطر کورم موسیر بین سایر تیمارها حاکی از عدم وجود تفاوت معنی‌دار آماری بود. همچنین میانگین قطر کورم موسیر در تیمار ۴۰-۳۶۰ تفاوت معنی‌داری با تیمار ۲۴۰-۲۴۰ یعنی تیمار با بیشترین عملکرد تر و خشک و بیشترین افزایش درصد متوسط وزن کورم برداشت شده نسبت به کورم کشت شده، نداشت (جدول ۴). این یافته حاکی از این است که در کوددهی تلفیقی در مقادیر ۲۴۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار و ۴۰ تن در هکتار کمپوست گاوی (در مقایسه با مقادیر بیشتر کوددهی)، ضمن عملکرد بالا، کورم‌هایی با قطر و اندازه مناسب تولید می‌شوند که بازارپسند بوده و به علت قیمت فروش بیشتر، بازده اقتصادی بهتری به دنبال دارد. اثر کاربرد کود دامی بر افزایش میانگین قطر کورم موسیر در پژوهش دیگری نیز گزارش شده است (Amirkhani *et al*., 2022).

غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاک

مقایسه میانگین اثرات متقابل مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک پس از برداشت، نشان داد که در هر یک از مقادیر مشخص کاربرد اوره، استفاده از کمپوست گاوی و افزایش مقدار کاربرد آن سبب تغییرات معنی‌دار مقدار این عناصر در خاک شده است (شکل ۴)، به طوری‌که حداقل غلظت‌های نیتروژن، فسفر و پتاسیم در تیمارهای شاهد و پس از آن در تیمارهای فقط کود اوره مشاهده شد (شکل ۴). غلظت نیتروژن خاک پس از برداشت تیمارهای حاوی کمپوست گاوی با افزایش سطح کوددهی نیتروژن افزایش یافت هرچند در برخی موارد تفاوت معنی‌داری ندارد. بنابراین تیمارهای حاوی کمپوست گاوی سطح نیتروژن خاک را افزایش داده و باعث بهبود شرایط خاک پس از برداشت می شود (شکل ۴). روند نسبتا مشابهی در مورد عناصر فسفر و پتاسیم خاک پس از برداشت نیز مشاهده شد (شکل ۴).



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل مقادیر مختلف اوره و کمپوست گاوی بر غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک پس از برداشت کورم موسیر

Figure 4- Comparison of the mean interaction effect of different amounts of urea and cow compost on post-harvest soil nitrogen, phosphorus and potassium concentration

همچنین در بین تیمارهای حاوی کمپوست گاوی تیمار ۴۰-۲۴۰ غالبا غلظت عناصر کمتری نسبت به سایر تیمارها داشت که می‌تواند به دلیل عملکرد بیشتر این تیمار و افزایش جذب عناصر از خاک باشد؛ هرچند تفاوت‌ها معنی‌دار نیست.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد تلفیقی کود شیمیایی (اوره) و کمپوست گاوی اثر معنی‌داری بر افزایش عملکرد کورم گیاه موسیر دارد، به گونه‌ای که بیشترین عملکرد کورم موسیر در تیمار تلفیقی کود اوره ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار و کمپوست گاوی ۴۰ تن در هکتار به دست آمد. علی‌رغم آنکه بیشترین غلظت و جذب نیتروژن در تیمار ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار اوره به همراه ۶۰ تن در هکتار کمپوست گاوی مشاهده شد، اما تفاوت معنی‌داری با تیمار ۴۰-۲۴۰ (تیمار بیشترین عملکرد) نداشت. به عبارت دیگر کاربرد ۲۴۰ کیلوگرم اوره به همراه ۴۰ تن در هکتار کمپوست گاوی می‌تواند بیشترین جذب نیتروژن به وسیله کورم موسیر را فراهم نماید. از سوی دیگر غلظت نیترات در کورم موسیر نیز در تیمار ۴۰-۲۴۰ به طور معنی‌داری کمتر از تیمارهای کاربرد ۳۶۰ کیلوگرم اوره در هکتار به همراه ۴۰ یا ۶۰ تن در هکتار کمپوست گاوی بود. همچنین مقادیر عناصر غذایی (N,P,K) خاک پس از برداشت در این تیمار به طور معنی‌داری از تیمار شاهد و فقط کوددهی اوره بیشتر بود که می‌تواند از فقر خاک از عناصر غذایی جلوگیری کند. به‌علاوه افزایش بیشتر کمپوست گاوی (۶۰ تن در هکتار) تاثیر معنی‌داری در مقادیر عناصر خاک پس از برداشت نداشت. با توجه به نتایج، برای حصول بهترین عملکرد، مناسب‌ترین سطح کاربرد اوره ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار و بهترین سطح استفاده از کمپوست گاوی ۴۰ تن در هکتار پیشنهاد می‌شود. به نظر می‌رسد که استفاده از مقادیر بیشتر اوره یا کمپوست گاوی فقط سبب اعمال هزینه اضافه بر کشاورز و هدررفت سرمایه شود؛ به علاوه می‌تواند سبب افزایش آلودگی محیطزیست، افزایش غلظت نیترات و کاهش کیفیت محصول گردد.

منابع

1. Aalipour, H., Nikbakht, A., & Etemadi, N. (2020). Biochemical response and interactions between arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting rhizobacteria during establishment and stimulating growth of Arizona cypress (*Cupressus arizonica* G.) under drought stress. *Scientia Horticulturae, 261*, 108923. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108923
2. Anonymous. (2022). Organization of Agriculture Jahad, Isfahan.
3. Anonymous. a. (2021). Agricultural products -Maximum level for nitrate and test method, INSO 16596. 1st revision. Iranian National Standardization Organization.
4. Anonymous. b. (2021). Test method for measuring nitrite and nitrate in fruits and vegetables and their products through molecular interferometry. NO, 4106. Iranian National Standardization Organization.
5. Amirkhani, R., Arouiee, H., & Ghasemi pirbalooti, A. (2022). Effect of the Application of chemical, organic and biological fertilizers on yield and biochemical traits of Iranian shallot. *Journal of Agroecology, 15*(1), 31-49. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/AGRY.2021.69445.1030
6. Arefi, I., Kafi, M., Khazaie, H., & Bannayan Aval, M. (2012). Effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertiliaer levels on yield, photosynthetic rate, photosynthetic pigments, chlorophyll content and nitrogen concentration of plant components of *Allium altissimum* Regal. *Journal of Agroecology, 4*(3), 207-214. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/JAGV4I3.15309
7. Arefkhani, M., Kheirkhah, M., Ghorbanzadeh Naghab, M., & Babaeian, M. (2016). Effect of initial weight of shallot Bulb and farm manure on reproduction and shallot yield (*Allium altissimum* Regel.) in Shirvan climate. *Journal of Agroecology, 9*(3),749-759. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/JAG.V9I3.50987
8. Askari-Khorasgani, O., & Pessarakli M. 2019. Agricultural management and environmental requirements for production of true shallot seeds – a review. *Advances in Plants & Agriculture Research, 9*(2), 318-322. https://doi.org/10.15406/apar.2019.09.00441
9. Bertola, M., Ferrarini, A., & Visioli, G. (2021). Improvement of soil microbial diversity through sustainable agricultural practices and its evaluation by-omics approaches: A perspective for the environment, food quality and human safety. *Microorganisms, 9*(7), 1400. https://doi.org/10.3390/microorganisms9071400
10. Davazdahemami, S. (2021). *Allium hirtifolium* Boiss. Production. Publication No. 59710. Research Institute of Forests and Rangelands. Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO).
11. Ershadi, A., Noori, M., Dashti, F., & Bayat, F. (2010). Effect of different nitrogen fertilizer on yield, pungency and nitrate accumulation in garlic (*Allium sativum*). *Acta Horticultural, 853*(15), 135-138. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.853.15
12. Farhadi, N., & Alizadeh Salte, S. (2017). The effect of forchlorfenuron on bulblet formation, antioxidant characteristics and phytochemicals compounds on Persian shallot (*Allium hirtifolium*). *Journal of Horticultural Science, 31*(3), 565-576. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/JHORTS4.V31I3.56997
13. Fritsch, R.M., & Abbasi, M. (2013). A taxonomic review of *Allium* subg. Melanocrommyum in Iran. IPK Gatersleben. ISBN 978-3-9813096-3-8
14. Jafari-Mofidabadi, A., & Rezaee, M.B. (2015). Domestication of Persian shallot (*Allium hirtifolium*) as cultivated crop. *Journal of Medicinal Plants and By-products, 4*(1), 9-12. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22092/JMPB.2015.108885
15. Kafi, M., Rezvan Beydokhti, Sh., & Sanjani, S. (2012). Effect of sowing date and plant density on yield and morphophysiological traits of Perssian shallot (*Allium altissimum* Regel) in Mashhad climate condition. *Journal of Horticultural Science, 25*(3), 310-319. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/JHORTS4.V1390I0.11338
16. Khanmohammadi, Z., Khoshgoftarmanesh, A.H., & Melali, A.H. (2010). *Methods of plant analysis*. Academic Jihad Publishing Center, Isfahan Industrial Unit.
17. Kheirkhah, M., Mohammadkhani, F., & Ghorbanzadeh, M. (2017). The effect of different levels of phosphorus fertilizer and different planting density on yield and yield component of Persian shallot (*Allium altissimum* Regel.). *Plant Ecophysiology, 8*(27), 174-181. (In Persian with English abstract)
18. Knudsen, D., Peterson, G.A., & Pratt, P.F. (1982). Lithium, sodium, and potassium. PP. 225–246. *In*: A. L. Page, R.H. Miller, D. R. Keeney (Eds.), *Methods of Soil Analysis*, Part 2, Chemical Methods, SSSA/ASA, Madison, Wisconsin.
19. Mansor Bahmani, S., Saffari, V.R., & Maghsoudi Moud, A.A. (2014). Effect of the amount and time of partitioning of nitrogen fertilizer on the yield and nitrate content of onion in out-season production in Jiroft. *Journal of Horticultural Science, 27*(4), 400-410. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/JHORTS4.V0I0.30582
20. Mansouri, H., Banayan Aval, M., Rezvani Moghaddam, P., & Lakzian, A. (2015). Management of nitrogen, irrigation and planting density in Persian shallot (*Allium hirtifolium*) by using central composite optimizing method. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 24*(4-1), 41-60. (In Persian with English abstract)
21. Olsen, S.R., & Sommers, L.E. (1982). Phosphorus. PP. 403–430. *In:* Page, A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney

(Eds.), *Methods of Soil Analysis*, *Part 2: Chemical Methods*. Agronomy Monographs, SSSA/ASA, Madison, Wisconsin.

22. Panahandeh, J., Farhadi, N., Motallebi Azar, A., & Alizadeh Salte, S. (2016). Evaluation of Persian shallot (*Allium hirtifolium*) ecotypes for phytochemical components and antioxidant activity. *Journal of Medicinal Plants and By-products, 5*(2), 217-226. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22092/JMPB.2016.109399
23. Pire, R., Ramirez, H., Riera, J., & Gómez de, T.N. (2001). Removal of N, P, K and Ca by an onion crop (*Allium cepa* L.) in a silty-clay soil, in a semiarid region of Venezuela. *Acta Horticulturae, 555*, 103-109. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2001.555.12
24. Sharif Rohani, M., Kafi, M., & Nezami, A. (2014). The effect of irrigation regime and sowing depth on yield and yield components of Persian shallot (*Allinum altissimum* Regel.) in Mashhad climate conditions. *Journal of Agroecology*, *6*(2), 219-228. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/JAG.V6I2.39364
25. Shrestha, J., Shah, K.K., & Timsina, K.P. (2020). Effects of different fertilizers on growth and productivity of rice (*Oryza sativa* L.): A review. *International Journal of Global Science Research*, *7*(1), 1291-1301. https://doi.org/10.26540/ijgsr.v7.i1.2020.151
26. Siedt, M., Schaffer, A., Smith, K.E., Nabel, M., Rob-Nickoll, M., & van Dongen, J.T. (2021). Comparing straw, compost, and biochar regarding their suitability as agricultural soil amendments to affect soil structure, nutrient leaching, microbial communities, and the fate of pesticides. *Science of the Total Environment*, *751*(1), 141607.
27. Tucker, D.E., Allen, D.J., & Ort, D.R. (2004). Control of nitrate reductase by circadian and diurnal rhythms in tomato. *Planta*, *219*(2), 277-285. https://doi.org/10.1007/s00425-004-1213-x
28. Yang, S., Peng, S., Xu, J., He, Y., & Wang, Y. (2015). Effects of water saving irrigation and controlled release nitrogen fertilizer managements on nitrogen losses from paddy fields. *Paddy and Water Environment*, *13*, 71-80. https://10.1007/s10333-013-0408-9
29. Zhao, R.F., Chen, X.P., Zhang, F.S., Zhang, H., Schroder, J., & Romheld, V. (2006). Fertilization and nitrogen balance in a wheat -maize rotation system in North China. *Agronomy Journal*, *98*, 935-945.